



#2
2-27-02

(Translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : November 21, 2000

Application Number : Patent Application
No. 2000-353998

Applicant(s) : Yukuo Katayama
The Institute of Applied Energy

RECEIVED
DEC 28 2001
TC 1700

May 31, 2001

Commissioner,
Patent Office

Issuance No. 2001-3050624

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-353998

出 願 人

Applicant(s):

片山 優久雄

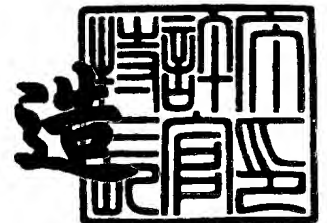
財団法人 エネルギー総合工学研究所

RECEIVED
DEC 28 2001
TC 1700

2001年 5月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3050624

【書類名】 特許願

【整理番号】 MSC008

【提出日】 平成12年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区大京町 2 1 番地 2 5

 【氏名】 片山 優久雄

【特許出願人】

 【識別番号】 500052428

 【氏名又は名称】 片山 優久雄

【特許出願人】

 【識別番号】 500056932

 【氏名又は名称】 財団法人 エネルギー総合工学研究所

【代理人】

 【識別番号】 100085545

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松井 光夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014616

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 石炭ガス化方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 石炭及び水をガス化炉に供給して石炭をガス化する方法において、少なくとも一部の水が水蒸気の形態でガス化炉に供給されることを特徴とする石炭ガス化方法。

【請求項 2】 水の実質的全量が水蒸気の形態でガス化炉に供給されるところの請求項 1 記載の石炭ガス化方法。

【請求項 3】 石炭及び液状の水を含む混合物を 0.2～11.5 MPa の圧力で 150～450℃の温度に加熱することにより該水を気化せしめて得た混合物をガス化炉に供給するところの請求項 1 又は 2 記載の石炭ガス化方法。

【請求項 4】 200～600℃の熱媒体を使用して、石炭及び液状の水を含む混合物を加熱する請求項 3 記載の石炭ガス化方法。

【請求項 5】 石炭及び水を含む混合物の水含有量が、該混合物の全重量に対して 27～50 重量%であるところの請求項 1～4 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 6】 石炭を水蒸気により搬送してガス化炉に供給するところの請求項 1～5 のいずれか一つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、石炭ガス化方法に関し、更に詳しくは、石炭及び水を含む混合物をガス化炉に供給して石炭をガス化する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、ガス化炉に石炭を供給する手段としては、微粉炭を加圧窒素により気流搬送してガス化炉に噴霧する方法（例えば、シェル法）と、石炭を水スラリー化してガス化炉に供給する方法（例えば、テキサコ法、ダウ法）とが知られている。石炭の水スラリーを供給する方法は、窒素ガスによる乾式供給法に比べて信頼

性が高く、かつ高いガス化圧力にも容易に対応可能であるという利点がある。しかし、該スラリーは水をスラリー中に 3 0 ～ 4 5 重量%含有し、これがガス化炉内部で気化する。従って、石炭の部分燃焼により生ずるエネルギーの一部が水の蒸発潜熱として使用されて、ガス化炉内部温度の低下及びそれに起因する未燃焼カーボンの増加と溶融石炭灰の付着による溶融灰抜き出しラインの閉塞等のトラブルを招く。これを防止するために、該従来法においては、石炭の構成元素比率から算出される理論必要酸素量より多くの酸素をガス化炉に供給して、ガス化炉内部温度の低下を防止しなければならない。また、溶融温度の高い灰分を含む石炭を使用するには、ガス化炉内部温度を比較的高温に維持しなければならない。従って、該従来法においては、溶融温度の高い灰分を含む石炭の使用は困難である。止むを得ず高溶融温度の灰分を含む石炭を使用する場合には、高価な融点降下剤の使用が必須である。更には、ガス化炉内で石炭灰の溶融を促進させガス化炉底部からの石炭灰の抜き出しを容易にしてガス化装置の操業をスムーズに行わせるためには、更に多くの酸素を供給してガス化温度を若干上昇させる必要がある。このような様々な要因により、該従来法におけるガス化効率はや低い。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来の石炭の水スラリーをガス化炉に供給する方法が有する上記の全ての問題点を解決し、著しく高い効率を有する石炭ガス化方法を提供するものである。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記の課題を解決すべく種々の検討を重ねた。その結果、下記のように、ガス化炉に供給する石炭及び水を含む混合物に含まれる水、好ましくは実質的にその全量を気化せしめて水蒸気とし、該水蒸気と共に石炭をガス化炉に供給すれば、驚くべきことに、上記の課題を解決し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 0 5 】

即ち、本発明は、

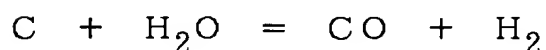
(1) 石炭及び水をガス化炉に供給して石炭をガス化する方法において、少なくとも一部の水が水蒸気の形態でガス化炉に供給されることを特徴とする石炭ガス化方法である。

【0006】

本発明の方法により、石炭の水スラリーをガス化炉に供給する従来法の欠点であった、ガス化炉内の温度低下を防止することができる。本発明の方法では、ガス化炉内の温度を、従来法に比較して、酸素吹込みの場合で800～1000℃、空気吹込みの場合で400～500℃高めることができる。従って、ガス化炉内を所定の温度（通常、約1300℃）に保持するために、本発明の方法では、上記の温度上昇に相当するエネルギーを削減することができる故に、従来法においてガス化炉内を所定の温度に保持するために消費されていた一部分の石炭の完全燃焼により生ずるエネルギーが不要となるためにガス化炉に吹き込む酸素又は空気の量を低減せしめることができる。

とりわけ、酸素吹込みの場合においては、ガス化炉内の温度を著しく上昇し得ることから、石炭の構成元素比率から算出される理論必要酸素量よりも、吹込み酸素量を少なくできる。更に、反応温度を好ましくは1300℃以上、ガス化反応時間を好ましくは2秒以上とすれば、結果として下記式

【化1】



の水蒸気改質反応がより顕著になり、より高いガス転換効率を達成することができる。これにより未燃焼カーボンの析出を防止することができる。加えて、ガス化炉の内部温度の上昇は、高溶融温度の灰分を含む石炭の使用を容易にし、従来法に比べて使用し得る石炭種類の範囲を著しく拡大することができ、融点降下剤も不要である。

【0007】

好ましい態様として、

(2) 水の実質的全量が水蒸気の形態でガス化炉に供給されるところの上記(1)記載の石炭ガス化方法、

(3) 石炭及び液状の水を含む混合物を0.2～11.5MPaの圧力で15

0～450℃の温度に加熱することにより該水を気化せしめて得た混合物をガス化炉に供給するところの上記（１）又は（２）記載の石炭ガス化方法、

（４）石炭及び液状の水を含む混合物を0.3～1.1MPaの圧力で200～400℃の温度に加熱することにより該水を気化せしめて得た混合物をガス化炉に供給するところの上記（１）又は（２）記載の石炭ガス化方法、

（５）石炭及び液状の水を含む混合物を0.5～10.5MPaの圧力で250～350℃の温度に加熱することにより該水を気化せしめて得た混合物をガス化炉に供給するところの上記（１）又は（２）記載の石炭ガス化方法、

（６）200～600℃の熱媒体を使用して、石炭及び液状の水を含む混合物を加熱する上記（３）～（５）のいずれか一つに記載の石炭ガス化方法、

（７）石炭及び水を含む混合物の水含有量が、該混合物の全重量に対して27～50重量%であるところの上記（１）～（６）のいずれか一つに記載の石炭ガス化方法、

（８）石炭及び水を含む混合物の水含有量が、該混合物の全重量に対して30～45重量%であるところの上記（１）～（６）のいずれか一つに記載の石炭ガス化方法、

（９）石炭を水蒸気により搬送してガス化炉に供給するところの上記（１）～（８）のいずれか一つに記載の石炭ガス化方法を挙げることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施態様を、図1に基づいて詳細に説明する。

【0009】

まず、石炭（１）及び水（２）が、スラリー調製機（３）に装入されて混合され、石炭及び水を含む混合物、即ち、石炭の水スラリーが製造される。上記の石炭及び水を含む混合物の水の濃度は、該混合物の全重量に対して、上限が好ましくは50重量%、より好ましくは45重量%であり、下限が好ましくは27重量%、より好ましくは30重量%である。一方、石炭の濃度は、該混合物の全重量に対して、上限が好ましくは73重量%、より好ましくは70重量%であり、下

限が好ましくは50重量%、より好ましくは55重量%である。水の濃度が上記上限を超え、石炭濃度が上記下限未満で、水を気化させるためのエネルギーが莫大になり経済性に欠ける。また、水の濃度が上記下限未満で、石炭濃度が上記上限を超えては、石炭スラリー粘度が大きくなりポンプによる加熱器（5）への搬送がスムーズでなくなるため好ましくない。該混合物には、石炭の水スラリー化を促進するために界面活性剤を添加することもできる。

【0010】

ガス化に供する石炭の種類に特に制限はない。好ましくは、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭等の様々な石炭化度の石炭が使用される。石炭水スラリーをガス化炉に供給する従来法においては、石炭中に含まれる灰分の融点が高い石炭は使用が困難であった。しかし、本発明においては、石炭中に含まれる灰分の融点による制限はない。石炭の粒度は、好ましくは25～500メッシュ、より好ましくは100～200メッシュである。石炭の粒度大きすぎると、水中での石炭の沈降が著しく速くなり好ましくない。石炭の粉碎は好ましくは、水との混合前に乾式で行われる。水と混合した後に湿式で粉碎することもできる。

【0011】

上記のようにして製造された石炭及び水を含む混合物は、フィーダーによりポンプ（図示せず）に供給される。該混合物は、該ポンプにより所定の圧力に昇圧されて、加熱器（5）に供給される。該圧力の上限は、好ましくは11.5MPa、より好ましくは11MPa、特に好ましくは10.5MPaであり、下限は、好ましくは0.2MPa、より好ましくは0.3MPa、特に好ましくは0.5MPaである。圧力が上記上限を超えては、装置の耐圧化に多大なコストを要し、上記下限未満では、加熱により発生した水蒸気により石炭をガス化炉にスムーズに搬送できない。加熱温度は、上記圧力下において、該混合物中の水の好ましくは実質的全量を気化して水蒸気にする温度であればよい。加熱温度の上限は、好ましくは450℃、より好ましくは400℃、特に好ましくは350℃であり、下限は、好ましくは150℃、より好ましくは200℃、特に好ましくは250℃である。上記上限を超えては、石炭の熱分解が激しくなって、生成した炭化水素物質によるコーキングが生じ易くなり、また、それにより加

熱管内の閉塞を生じ易くなる。上記下限未満では、水を十分に気化できない。

【 0 0 1 2 】

加熱器（５）は、上記所定の温度に加熱し得るものであれば特に制限はない。好ましくは、高温の水蒸気、熱油、溶融塩又はガス等の熱媒体による熱交換器タイプの加熱器が使用される。該熱媒体の温度は、好ましくは 2 0 0 ～ 6 0 0 ℃、より好ましくは 2 0 0 ～ 4 5 0 ℃である。上記上限を超えると、石炭、又は石炭の熱分解により発生した炭化水素物質がコーキングして加熱管内の閉塞を生じ易くなるため好ましくない。上記下限未満では、上記所定温度への加熱が困難となる。上記の熱媒体としては、例えば、ガス化により発生した 1 0 0 0 ～ 1 5 0 0 ℃の高温のガス化ガスと熱交換することにより得られる、高温の水蒸気若しくは溶融塩、又は該高温のガス化ガス自体が挙げられる。

【 0 0 1 3 】

このようにして石炭及び液状の水を含む混合物は、上記の所定温度に加熱されて、該水の好ましくは実質的全量が気化されて水蒸気にされ、そして、該水蒸気により石炭が気流搬送されて、水蒸気及び石炭がライン（６）を通過してガス化炉（８）に導かれる。ガス化炉（８）にはライン（７）から酸素又は空気が吹き込まれる。ここで、吹き込まれる酸素の量は、酸素吹きの場合に、上限が、必要酸素量（モル）の、好ましくは 1. 1 倍、より好ましくは 1. 0 倍であり、下限が、必要酸素量（モル）の、好ましくは 0. 5 倍、より好ましくは 0. 8 倍である。上記上限を超えては、過剰な酸素による燃焼により二酸化炭素の生成が増大するばかりで、かえってガス化効率の低下を招く。上記下限未満ではガス化炉内の温度を十分に高めることができず、結果として石炭のガス化が不十分となると共に溶融石炭灰の付着による溶融灰抜き出しラインの閉塞等のトラブルを招く。空気吹きの場合に、上限が、必要酸素量（モル）の、好ましくは 1. 5 倍、より好ましくは 1. 1 5 倍であり、下限が、必要酸素量の、好ましくは 1. 0 倍、より好ましくは 1. 0 1 倍である。上記上限を超えては、過剰な酸素による燃焼により二酸化炭素の生成が増大するばかりで、かえってガス化効率の低下を招く。上記下限未満では、ガス化炉内の温度を十分に高めることができず、結果として石炭のガス化が不十分となると共に溶融石炭灰の付着による溶融灰抜き出しライン

の閉塞等のトラブルを招く。ここで、必要酸素量（モル）とは、投入された石炭に含まれる炭素のモル数の半分から、石炭中に含まれる酸素のモル数を差し引いて求められた値である。

【 0 0 1 4 】

該酸素又は空気の吹込みにより、ガス化炉（８）における温度が、好ましくは 1 0 0 0 ～ 2 5 0 0 ℃、より好ましくは 1 3 0 0 ～ 2 0 0 0 ℃ になって、石炭が部分燃焼ガス化及び水蒸気改質ガス化される。また、ガス化炉（８）は、上記の水蒸気及び石炭を含む混合物をガス化炉に供給し得る圧力、即ち、該混合物の有する圧力より少し低い圧力、好ましくは 0. 1 ～ 1. 5 MP a 低い圧力で操作される。ガス化炉（８）の圧力は、好ましくは 0. 1 ～ 1 0 MP a、より好ましくは 0. 5 ～ 1 0 MP a、特により好ましくは 1 ～ 1 0 MP a である。

【 0 0 1 5 】

ガス化炉におけるガス化ガスの温度が 1 5 0 0 ℃ を超える場合には、ガス化炉内壁面に設置された水蒸気冷却設備による冷却では賄いきれないため、ガス化炉（８）の上部で、好ましくは廃熱回収ボイラ（１１）で冷却された好ましくは 2 5 0 ℃ 程度のガス化ガスを吹き込むことによって、好ましくは 1 2 0 0 ℃ 程度まで冷却し炉壁の保護を行う。燃焼による高温で融けた大部分の石炭灰は、抜き出しライン（９）からスラグとして排出される。好ましくは 1 2 0 0 ℃ 程度まで冷却されたガス化ガスは、ライン（１０）を通して廃熱回収ボイラ（１１）に送られる。廃熱回収ボイラ（１１）において、低温水蒸気ライン（１２）より送られた水蒸気によってガス温度は、好ましくは 2 5 0 ℃ 程度まで冷却される。廃熱回収ボイラ（１１）で熱交換されて得られた高温・高圧水蒸気は、高温水蒸気ライン（１３）から回収されて、好ましくは、その一部は石炭の水スラリーの加熱に使用され得る。

【 0 0 1 6 】

好ましくは 2 5 0 ℃ 程度まで冷却されたガス化ガスは、ライン（１４）によって好ましくは水洗浄塔（１５）に送られ水シャワー（１６）によってアンモニアと僅かに残る塵芥が除去され、これらはライン（１７）で排出される。水洗浄され約 4 0 ℃ に冷却されたガス化ガスは、好ましくは硫化水素除去のためにライン

(18)を通り、酸性ガス吸収塔(19)に送られる。硫化水素等の酸性ガスはライン(20)によって抜き出される。精製されたガス化ガスは、ライン(21)から好ましくはブロー(22)によって製品ガス(23)として回収される。

【0017】

上記のフローは、本発明の一実施態様であり、これに限定されるものではない。石炭及び水を含む混合物中の水を気化せしめて、水蒸気を含む混合物を製造し、次いで、これをガス化炉に供給してガス化するという本発明の特徴を有する限り、公知の全てのガス化法、例えば、テキサコ法、ダウ法等において使用される装置を使用することができる。

【0018】

以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

【0019】

【実施例】

各実施例は、下記の表1及び表2に示した組成を持つ石炭100kg/日に各ガスを所定量及び所定温度で吹き込んで本発明の方法を使用して、石炭を2MPaの加圧下でガス化した際の物質収支及び熱収支をコンピューターシミュレーションにより算出した結果に基づいて記載したものである。

【0020】

各実施例において使用した石炭の元素組成は下記の表1の通りである。

【表1】

成 分	(含有量、DAFベース)	
C	79.49	重量%
H	5.75	重量%
N	1.70	重量%
S	1.50	重量%
O	11.56	重量%

【0021】

該石炭中の灰分、石炭の発熱量（HHV）及び該灰の融点は下記の表 2 の通りである。

【表 2】

灰分	6. 4 7 重量%
灰の融点	1 1 5 0℃
発熱量（HHV）	7 2 0 0 kcal/kg・coal

【0 0 2 2】

【実施例 1】

図 1 に示した装置を使用して、上記組成を持つ石炭のガス化を実施した。石炭のガス化は、ガス化炉に酸素を吹き込むことにより実施したものである。

【0 0 2 3】

1 0 0 k g / 日の微粉炭（粒径：1 5 0 ～ 2 0 0 メッシュ）及び 6 6. 7 k g / 日の水がスラリー調製機（3）により混合されて、石炭と水の混合物（水の濃度：約 4 0 重量%）が調製された。該混合物はフィーダーによりポンプ（図示せず）に供給され、該ポンプで約 2. 5 M P a に昇圧され、ライン（4）を通過して加熱器（5）に導かれた。加熱器（5）において、該混合物は、廃熱回収ボイラ（1 1）において高温のガス化ガスとの熱交換により作られた約 4 5 0℃の水蒸気（1 3）により加熱されて、約 3 5 0℃に昇温された。該加熱により混合物中のほぼ全量の水が気化されて、水蒸気及び石炭を含む気固流となってライン（6）を通過してガス化炉（8）に導かれた。

【0 0 2 4】

ガス化炉（8）には、ライン（7）から 7 5 k g / 日（必要酸素量の 8 5 % に相当する）の酸素が吹き込まれた。これにより、ガス化炉（8）内の温度は約 1 3 0 0℃となり、供給された石炭は部分燃焼ガス化及び水蒸気改質ガス化された。該燃焼により高温で溶融した大部分の石炭灰は、抜き出しライン（9）から 6. 4 7 k g / 日のスラグとして排出された。

【0 0 2 5】

1 2 0 0℃程度まで冷却された 2 3 6. 4 k g / 日のガス化ガスは、ライン（1 0）を通過して廃熱回収ボイラ（1 1）に送られた。廃熱回収ボイラ（1 1）に

において、低温水蒸気ライン（１２）より送られた２３０℃の水蒸気によりガス化ガスの温度は２５０℃程度に冷却された。廃熱回収ボイラ（１１）での熱交換により生じた、５６０℃の高温・高圧水蒸気は、高温水蒸気ライン（１３）で回収され、その一部は石炭及び水を含む混合物の加熱用に使用された。

【００２６】

２５０℃まで冷却されたガス化ガスは、ライン（１４）によって水洗浄塔（１５）に送られ、水シャワー（１６）によって３ｇ／日のアンモニアと僅かに残る塵芥が除去された。除去されたアンモニア及び塵芥はライン（１７）から排出された。水洗浄されて約４０℃に冷却されたガス化ガスは、硫化水素除去のためにライン（１８）を通り酸性ガス吸収塔（１９）に送られた。１．４ｋｇ／日の硫化水素及びその他の酸性ガスはライン（２０）によって抜き出された。精製された２００．０ｋｇ／日のガス化ガスは、ライン（２１）からブロワー（２２）によって製品ガス（２３）として回収された。該ガスの組成を表３に示した。

【００２７】

【表３】

成分	（含有量、体積％）
H ₂	４６．２
CO	５２．７
Ar	０．５
N ₂	０．６
合計	１００．０

【００２８】

本発明においては石炭と水の混合物の加熱に約８０Ｍcal／日のエネルギーが消費されるため、それを賄うために石炭を燃焼させることになる。実施例１における石炭のガスへの転換効率（冷ガス効率）は、８９．８％である。総合熱効率（プラント効率）７７．０％は、この蒸発潜熱とプロセスで消費する熱量の不足分を加えた熱量から次のように求められる。なお、表５においてプロセス消費燃料は石炭とした。

【数１】

$$(646.6 \text{ M cal}) \times 100 / (720 \text{ M cal} + 120 \text{ M cal}) = 77.0 \%$$

また、製品ガスの発熱量は $3000 \text{ kcal} / \text{Nm}^3$ であった。

【 0 0 2 9 】

【比較例 1】

石炭と水の混合物を加熱して、該混合物に含まれる水を気化させることなく、水を液体のまま石炭と共にガス化炉（8）に供給したことを除いて、実施例 1 と同様に石炭をガス化したものである。

【 0 0 3 0 】

ガス化炉（8）には、 $95 \text{ kg} / \text{日}$ （必要酸素量の 107.7% に相当する）の酸素が吹き込まれて、ガス化炉（8）内の温度は実施例 1 と同じく約 1300°C となり、供給された石炭は部分燃焼ガス化及び水蒸気改質ガス化された。

【 0 0 3 1 】

該比較例においては、石炭と水の混合物を加熱して、該混合物に含まれる水を気化させないので、実施例 1 におけるような石炭の燃焼によるエネルギー（約 $80 \text{ M cal} / \text{日}$ ）は不要である。比較例 1 における石炭のガスへの転換効率（冷ガス効率）は、 78.0% である。総合熱効率（プラント効率） 73.9% は、プロセスで消費する熱量の不足分を加えた熱量から次のように求められる。

【数 2】

$$(561.6 \text{ M cal}) \times 100 / (720 \text{ M cal} + 40 \text{ M cal}) = 73.9 \%$$

また、製品ガスの発熱量は $2996 \text{ kcal} / \text{Nm}^3$ であった。

【 0 0 3 2 】

実施例 1 と比較例 1 は、本発明の方法と従来法とを酸素の吹込みによるガス化において比較したものである。実施例 1 は、比較例 1 に比較して冷ガス効率が著しく増加し、また、総合熱効率も増加した。これは、石炭と水との混合物をガス化炉へ供給する前に予め加熱して、水を気化せしめて水蒸気と石炭との混合物をガス化炉に供給することから、ガス化炉温度を一定（約 1300°C ）に保持するための吹込み酸素量を比較例 1 に比して著しく減らすことができ、これにより、実施例 1 では、ガス化炉での酸素量が必要酸素量を大幅に下回ることになり、その結果、水蒸気改質反応をより一層生じせしめることができ、水素ガスをより

多く発生させ得るからである。

【0 0 3 3】

【実施例 2】

ガス化炉に空気を吹き込んだことを除いて、実施例 1 と同一にして実施したものである。

【0 0 3 4】

実施例 1 と同一にして、石炭と水の混合物がガス化炉（8）に導かれた。

【0 0 3 5】

ガス化炉（8）には、ライン（7）から 3 9 7. 7 k g / 日（酸素量で 9 3 k g / 日であり、これは必要酸素量の 1 0 5. 4 % に相当する）の酸素が吹き込まれた。これにより、ガス化炉（8）内の温度は約 1 3 0 0 ℃ となり、供給された石炭は部分燃焼ガス化及び水蒸気改質ガス化された。該燃焼により高温で溶融した大部分の石炭灰は、抜き出しライン（9）から 6. 4 7 k g / 日のスラグとして排出された。

【0 0 3 6】

1 2 0 0 ℃ 程度まで冷却された 5 5 7. 6 k g / 日のガス化ガスは、廃熱回収ボイラ（1 1）、水洗浄塔（1 5）及び酸性ガス吸収塔（1 9）において実施例 1 と同一に処理され、精製された 5 0 6. 3 k g / 日のガス化ガスが製品ガス（2 3）として回収された。該ガスの組成を表 4 に示した。

【0 0 3 7】

【表 4】

成分	（含有量、体積％）
H ₂	1 8. 5
CO	2 5. 0
Ar	0. 3
N ₂	5 6. 2
合計	1 0 0. 0

【0 0 3 8】

実施例 2 における石炭のガスへの転換効率（冷ガス効率）は、79.2 % である

。総合熱効率（プラント効率）70.8 %は、実施例 1 と同様に次のように求められる。

【数 3】

$$(570 \text{ M cal}) \times 100 / (720 \text{ M cal} + 85 \text{ M cal}) = 70.8 \%$$

ここで、実施例 1 と比べ、プロセス消費燃料が少なくなっているのは、空気に含まれる高温の窒素ガスからのエネルギー回収のためである。また、製品ガスの発熱量は、空気吹込みのため窒素ガスを約 56 体積 % 含むので $1318 \text{ kcal} / \text{Nm}^3$ となった。

【0 0 3 9】

【比較例 2】

石炭と水の混合物を加熱して、該混合物に含まれる水を気化させることなく、水を液体のまま石炭と共にガス化炉（8）に供給したことを除いて、実施例 2 と同様に石炭をガス化したものである。

【0 0 4 0】

ガス化炉（8）には、 $470.45 \text{ kg} / \text{日}$ （必要酸素量の 124.7 % に相当する）の空気が吹き込まれて、ガス化炉（8）内の温度は実施例 2 と同じく約 1300°C となり、供給された石炭は部分燃焼ガス化及び水蒸気改質ガス化された。

【0 0 4 1】

該比較例においては、石炭と水の混合物を加熱して、該混合物に含まれる水を気化させないので、実施例 2 におけるような石炭の燃焼によるエネルギー（約 $80 \text{ M cal} / \text{日}$ ）は不要である。比較例 2 における石炭のガスへの転換効率（冷ガス効率）は、69.1 % である。総合熱効率（プラント効率）69.1 % は、プロセスで消費する熱量の不足分を加えた熱量から次のように求められる。

【数 4】

$$(497.8 \text{ M cal}) \times 100 / (720 \text{ M cal}) = 69.1 \%$$

また、製品ガスの発熱量は、 $1098.5 \text{ kcal} / \text{Nm}^3$ であった。

【0 0 4 2】

実施例 2 と比較例 2 は、本発明の方法と従来法とを空気の吹込みによるガス化

において比較したものである。実施例 2 は、比較例 2 に比較して冷ガス効率が著しく増加し、総合熱効率も多少増加した。この理由は上記の実施例 1 と比較例 1 との比較において述べた通りである。実施例 2 は空気吹込みであることから、酸素吹込みに比較して必要酸素量の大幅な削減ができず、従って、総合熱効率の増加幅は小さい。

【 0 0 4 3 】

実施例 1 及び 2 並びに比較例 1 及び 2 について、元データとしてガス化炉入口の物質と熱量をベースにコンピューターシミュレーションにより算出した物質収支及び装置における燃料消費を表 5 に示した。

【 0 0 4 4 】

【表 5】

セクション				実施例1			比較例1			実施例2			比較例2		
				6-7	11	23	6-7	11	23	6-7	11	23	6-7	11	23
				kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol	kg·mol
石炭水スラリー	1 スラリー用石炭			6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190	6.190
	構成元素比(DAF)			78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48	78.48
	C=			5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
	H=			1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
	N=			0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
灰分 (%)	S=			0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
	O=			11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58
	灰分 (%)			6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47	6.47
	発熱量(HHV: kcal/kg)			7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
	2 スラリー用水			3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702	3.702
バーナ	7 燃焼用 酸素 (40°C)			2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344	2.344
	窒素 (40°C)			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Ar (40°C)			0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
	クロス			0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
	H ₂			4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442	4.442
転換処理後のガス組成	CO			5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074	5.074
	CO ₂			1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053	1.053
	CH ₄			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	COS			0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	H ₂ S			0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
	N ₂			0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
	Ar			0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
	NH ₃			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	H ₂ O			1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885	1.885
	合計			12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885	12.885
	生成ガスの発熱量(kcal/Nm ³)			2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200	2,278.200
	生成ガスの総発熱量(M cal/日)			848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800	848,800
	ガス化炉温度(°C)			1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335	1,335
	供給酸素量(%)			85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
	冷ガス効率(%)			88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
	(生成ガスの発熱量/ガス化原料炭の発熱量)			120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000
	プロセス消費燃料(M cal/日)			77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%	77.0%
	(生成ガスの発熱量/投入石炭の発熱量)			73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%	73.9%
	総合効率(%)			70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%	70.8%
	(生成ガスの発熱量/投入石炭の発熱量)			69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%	69.1%

【0045】

本発明のガス化法によれば、石炭スラリーを用いかつスラリー中の水分をガス化炉内で気化させる従来法と比べ、石炭スラリーを加熱して水を気化せしめた後にガス化炉に供給することにより、ガス化炉内温度を容易に高温に維持することができて、従って、石炭灰を溶融させることが容易であること、更には、ガス化ガスの発熱量アップやプラント効率向上をも達成することができる。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

本発明は、従来の石炭の水スラリーをガス化炉に供給してガス化する方法が有する全ての問題点、即ち、ガス化炉内部での水の気化による温度低下、それに起因する未燃焼カーボンの増加、及びそれを防止するための多量の酸素（空気）の供給、並びに高溶融温度の灰分を含む石炭の使用の困難性等を解決し、著しく高い効率を有する石炭ガス化方法を提供するものである。

【 0 0 4 7 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本発明の実施態様についてのプロセスフローの一例である。

【符号の説明】

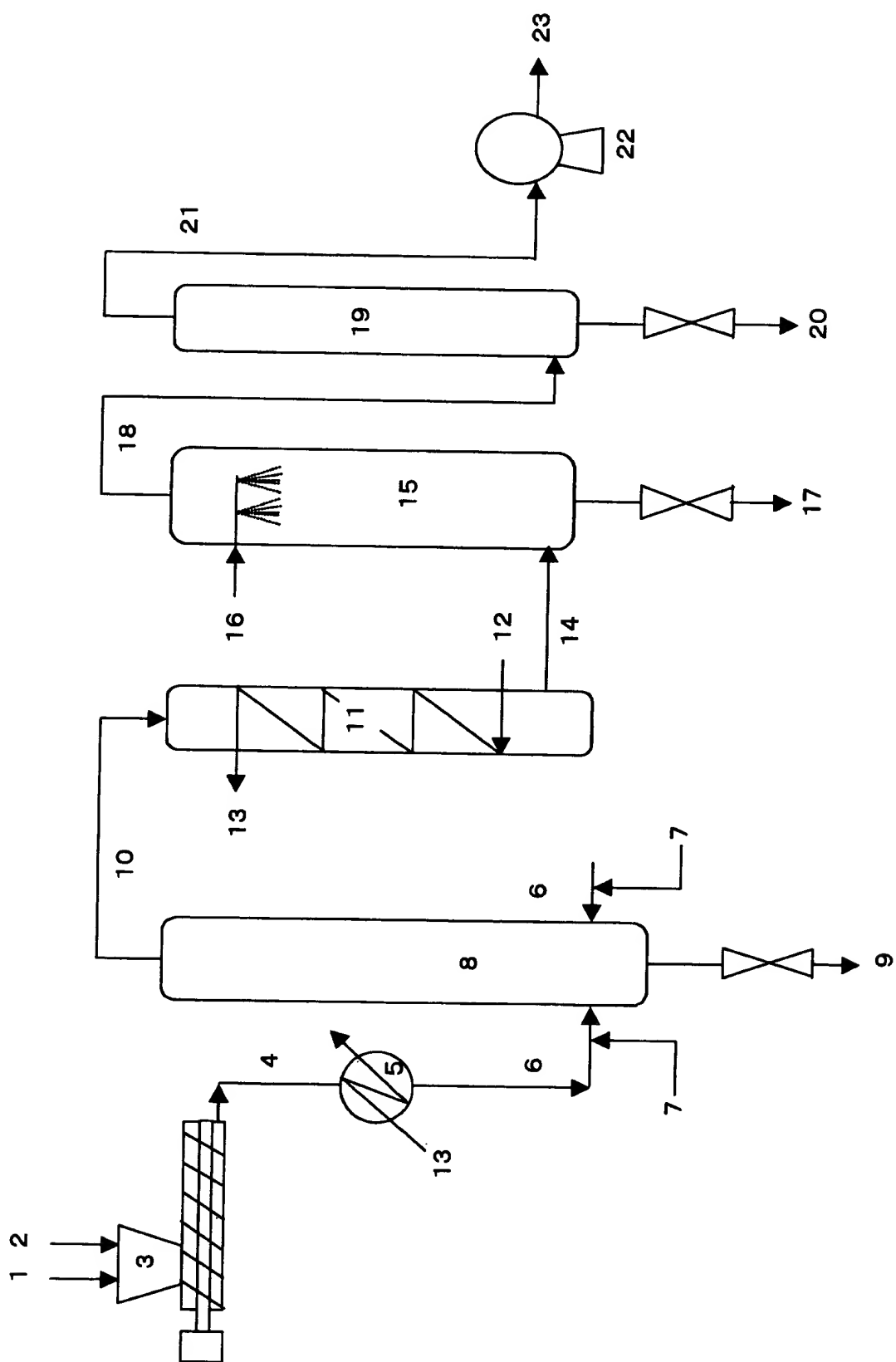
1. 石炭
2. 水
3. スラリー調製機
4. ライン
5. 加熱器
6. ライン
7. 酸素又は空気吹込みライン
8. ガス化炉
9. スラグ抜き出しライン
10. ガス化ガスライン
11. 廃熱回収ボイラ
12. 低温水蒸気ライン



13. 高温水蒸気ライン
14. ガス化ガスライン
15. 水洗浄塔
16. 水シャワー
17. 排水ライン
18. ガス化ガスライン
19. 酸性ガス吸収塔
20. 抜き出しライン
21. ガス化ガスライン
22. ブロワー
23. 製品ガス

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の石炭の水スラリーをガス化炉に供給してガス化する方法が有する全ての問題点を解決し、著しく高い効率を有する石炭ガス化方法を提供するものである。

【解決手段】 石炭及び水を含む混合物をガス化炉に供給して石炭をガス化する方法において、上記混合物に含まれる水を気化せしめて、水蒸気を含む混合物を製造し、次いで、これをガス化炉に供給することを特徴とする石炭ガス化方法。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500052428]

1. 変更年月日 2000年 2月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区大京町21番地25
氏 名 片山 優久雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 0 0 5 6 9 3 2]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 2 月 1 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区西新橋 1 丁目 1 4 番 2 号

氏 名 財団法人 エネルギー総合工学研究所